





LAMINA 1

Encope chilensis PHILIPPI, 1887.
SGO. PI. 856, holotipo.

Fig. a. Cara aboral.

Fig. b. Cara oral.

Fig. c. Detalle del sistema apical.





a





b

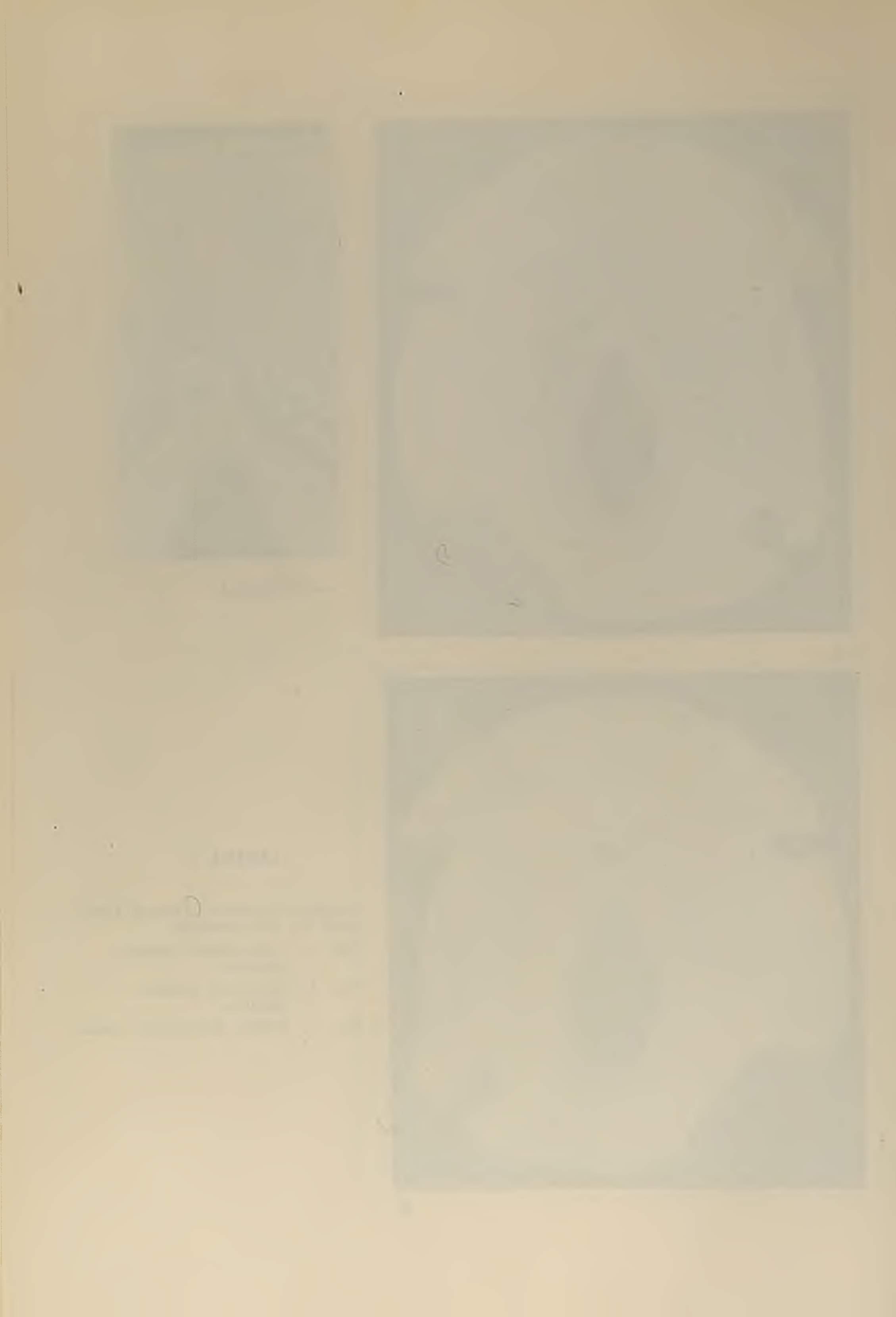
LAMINA 2

Encope calderensis (GIGOUX, 1916). SGO. PI. 1591, neotipo.

Fig. a. Cara aboral; tamaño natural.

Fig. b. Cara oral; tamaño natural.

Fig. c. Detalle del sistema apical.



Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 35: 61 - 71, (1977).

ANALISIS QUIMICO DE PINTURAS CERAMICAS PREHISPANICAS DE CHILE CENTRAL

RUBÉN STEHBERG L. (*)

INTRODUCCION

Dentro del Proyecto de Investigación Arqueológica de Chile Central que la Sección de Antropología del Museo Nacional de Historia Natural está realizando, se consideró importante analizar la composición química de los engobes y pinturas cerámicas de diferentes culturas prehispánicas de la zona, con el objeto de profundizar en los conocimientos tecnológicos y estéticos de estos pueblos y a la vez contar con datos de mayor certeza y confiabilidad.

Es frecuente la descripción de fragmentos o piezas cerámicas sobre la base de ciertos atributos (por ej.: antiplástico de arena fina y mediana; cocción oxidante dispareja, etc.) o por sus características aparentes (color, forma, decoración, etc.) todas, peculiaridades que dependen de la apreciación personal del investigador.

En los fragmentos decorados se ha puesto énfasis en el modo de aplicación de la sustancia colorante (pintado o engobado) y en su color (rojo, blanco, etc.), especificando en algunos casos si la aplicación se ha realizado sobre una superficie cerámica previamente alisada o pulida. Sin embargo, este tipo de descripción ha dejado de lado el problema de la preparación previa de dicha materia colorante. Es de suponer que el alfarero debió seleccionar los pigmentos adecuados, tanto en color como resistencia al calor de la cocción, molerlos y suspenderlos en algún líquido idóneo, que facilitara su aplicación y cochura. Luego tuvo que regular la cocción a fin de controlar los cambios químicos que experimentaba dicho pigmento, de tal suerte de obtener el color deseado. Incluso, en algunos casos debió pulir la pintura con el fin de darle un brillo especial. Creemos que parte de estos conocimientos técnicos es posible inferirlos del análisis de la composición química de estas pinturas. Además, es seguro que a través del tiempo estas técnicas han experimentado algunos cambios o modificaciones susceptibles de ser detectadas mediante pruebas químicas a pinturas de diferentes períodos culturales. Incluso ciertos problemas concretos, tales como: utilización de una o varias canteras en la obtención de las materias primas; existencia o ausencia de especialistas alfareros dentro de un grupo social; diferencias tecnológicas en la obtención del negro y otros, pueden ser dilucidados a través de este tipo de investigación.

En los últimos años se ha enfatizado en las determinaciones químicas (ALVAREZ y otros 1967: 5-32) y petrográficas de cerámicas arqueológicas (CORTALEZZI 1976: 65-66). Sin embargo, son escasas las investigaciones que han extendido estas determinaciones a las materias colorantes que cubren las cerámicas y sirven de base a la decoración. En este sentido cabe destacar la labor del taller artesanal del Depto. de Artes y Letras de la Universidad de Chile de La Serena, dirigido por RAFAEL PAREDES R. (1975: 6-110) que está experimentando con diferentes pinturas cerámicas a fin de lo-

(*) Laboratorio de Antropología. Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787. Santiago, Chile.

grar una aproximación al conocimiento de las técnicas indígenas.

Técnicamente podemos considerar las pinturas cerámicas como arcillas coloreadas constituidas por una serie de compuestos con sílice, alúmina, metales alcalinos y alcalino-térreos y compuestos ferromagnesianos con el siguiente tipo de fórmula general:

$$(A\ SiO_2 : B\ Al_2O_3)n. \left\{ \begin{array}{l} X_1Na_2O \\ X_2K_2O \\ X_4Fe_2O_3 \\ X_3CaO_3 \\ X_7LiO_2 \\ X_2MgO \end{array} \right\} M$$

Por consiguiente, nuestro análisis químico cuantitativo se centrará en la determinación de la sílice (SiO_2) y alúmina (Al_2O_3) presentes, como además en la búsqueda de los óxidos metálicos colorantes (Fe, Cu); de los elementos fundentes y cohesionantes (K_2O, Na_2O, Li_2O) y de los óxidos alcalino-térreos (CaO y MgO).

Con el fin de extraer la mayor cantidad de información del menor número de muestras, se seleccionó un conjunto de 11 pinturas cerámicas provenientes de tiestos alfareros de 4 sitios arqueológicos de Chile Central y que abarcan gran parte del período agroalfarero prehispánico de la zona. Estos yacimientos son:

a. CHACAYES. Cementerio alfarero temprano, localizado a 5 km al N del Romeral, camino al embalse de El Yeso, en la margen S del curso superior del río Volcán (33° 49' S — 70° 06' W) Su contexto permitió afiliarlo culturalmente a la fase más avanzada del Complejo Molle (STEHBERG, 1976c). Entre los artefactos encontrados destacan los tiestos de cerámica negra y roja pulida, jarros con gollete y asa puente, algunos decorados en técnica de pintura negativa. Una reciente datación radiocarbónica le asignó al cementerio una antigüedad de 430 ± 90 años D.C. (STEHBERG, 1977). Sin embargo, existen yacimientos con cerámica mucho más antigua (v. gr. Radio Estación Naval en Santiago, datado en 2130 ± 80 A.P.) que no fueron considerados por carecer de decoración pintada.

b. MARÍA PINTO. Cementerio alfarero medio, localizado a 2 km al N de María Pinto, comuna de Melipilla, en la margen N del río Puangue (33° 31' — 71° 08'). Se caracteriza por ser un cementerio de túmulos con esqueletos braquioides enterrados en posición decúbito dorsal o lateral derecha y ajuar consistente en escudillas con decoración tricroma (Aconcagua Salmón), en el interior de las cuales se hallaron restos de ofrendas alimenticias (choritos de río-diplodón— y ratones silvestres diurnos —degú). Está afiliado culturalmente al denominado horizonte Aconcagua Salmón, conocido también como Bellavista negro sobre naranja y que corresponde a la expresión cultural de una de las etnías regionales que alcanzaron cierto desarrollo cultural propio. El fechado radiocarbónico de uno de sus esqueletos permitió datar el cementerio en 990 ± 80 años D.C. (*Ibid* 1977).

c. QUILICURA. Cementerio alfarero tardío, localizado en calle Guardiamarina Riquelme de la ciudad de Quilicura (33° 23' — 70° 45'), que presentó osamentas humanas enterradas a 180 cm de profundidad, en posición extendida, junto a un ajuar consistente en platos, ollas y aribaloides, que lo vinculan a la ocupación incaica de Chile Central, emprendida desde 1480 hasta 1520 D.C. aproximadamente. (DURÁN 1976:3-5 y STEHBERG 1976 b: 5-13).

d. NOS. Cementerio alfarero tardío. Se localiza en el embalse Los Valientes de la localidad de Nos (33° 38' — 70° 43') y por presentar características similares al sitio de Quilicura, lo vinculamos a la misma ocupación incaica. (STEHBERG 1976 a: 23-29).

OBTENCION DE LA MUESTRA

La capa colorante fue separada de la superficie cerámica mediante la técnica del raspado, utilizando una espátula de modelado suficientemente afilada. La muestra así obtenida en forma de polvo fino, se recogió en un trozo de plástico hasta enterar aproximadamente 0,5 grs., cantidad necesaria para su posterior análisis. En nuestro caso bastó con superficies raspadas de 10 a 15 cm^2, para lograr la cantidad de muestra indicada. (La magnitud de esta superficie depende del espesor de la capa).

El raspado fue suspendido en el momento de llegar a la superficie cerámica original, lo que fue detectado por el cambio en tonalidad del polvo recogido.

Con el objeto de reducir el daño de piezas arqueológicas se eligieron ceramios fragmentados, por lo general de los tipos más abundantes, que además son los más representativos. En el caso de las muestras de pintura negativa, dada su escasez en el área, se efectuó el análisis con menos de 0,25 grs.

LA MARCHA ANALITICA

Determinación de Sílice (SiO_2):

La muestra (menos de un gramo, en el caso presente) se pasó a un crisol de platino, donde se juntó con una mezcla sodo-potásica ($Na_2 Co_3$: K_2CO_3) aproximadamente 10 veces su peso, revolviéndose integramente con espátula de platino. Luego se sometió a temperatura (850 - 900°C) por el tiempo suficiente para conseguir una buena disgregación. Los productos obtenidos —Silicatos de Sodio + carbonatos básicos— se disolvieron en agua adicionadas de ácido clorhídrico (MCl) suficiente para disolver las bases, sobresecándose en estufa termoestática. La evaporación final de la masa humedecida en este ácido, se llevó cuidadosamente a sequedad absoluta repitiendo 3 veces este proceso. Por último, se hirvió la solución con 50 cc de agua y 20 cc de ácido clorhídrico concentrado, insolubilizándose así el ácido silícico hidratado a sílice (SiO_2), la cual, se filtró y lavó adecuadamente sobre papel Whatmann Nº 32 de 9 cm de diámetro, para separarlo de los cloruros de las bases. Este residuo de ácido silícico se calcinó en crisol de platino tratado a temperatura de 950 a 1000°C (enfriándosele posteriormente en desecador con cloruro de calcio ($CaCl_2$). Después de 30 minutos de enfriamiento —hasta adquirir igual temperatura que la del interior de la balanza— se pesó exactamente registrando el resultado.

Al crisol de platino que contenía la sílice bruta se agregaron 3 ó 4 gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 50%, unos 2 ml de agua destilada y un exceso de ácido fluorhídrico (H_2F_2) y se puso a entibiar, consiguiéndose al cabo de algunos minutos la disolución del residuo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$SiO_2 + 2H_2F_2 = SiF_4 + 2H_2O$$

El silano (SiF_4), gas que se desprende con el calor, se llevó hasta humos blancos de sulfúrico y éste se evaporó suavemente hasta total sequedad. Se calcinó fuertemente para obtener los óxidos iniciales del tercer grupo y se pesó el producto. La diferencia de estas pesadas es igual a la sílice químicamente pura presente.

Cualquier residuo de óxidos en el crisol se funde con una pequeña cantidad sodo-potásica cuya solución se agrega al filtrado de la sílice bruta.

Determinación de Fierro y Aluminio (Fe y Al):

El filtrado adicionado de 3 gr de cloruro de Amonio (NH_4Cl) se llevó a un matraz aforado de 250 ml., del cual se tomaron 2 alícuotas de 50 ml., una para determinar el Fierro por valoración y la otra, Aluminio, por gravimetría.

Valoración del Fierro:

Se evaporó al estado pastoso, reduciendo el hierro férrico a hierro ferroso con solución de cloruro estanoso hidratado ($SnCl_2$ $2H_2O$) al 5%, agregado gota a gota hasta desaparecer el amarillo del ión férrico. Luego se diluyó a 150 cc más 10 ml de ácido ortofosfórico (H_3PO_4) y 10 ml de solución saturada de cloruro mercurioso ($HgCl_2$). Al haber exceso de cloruro estanoso precipita mercurio metálico negro y hay que repetir el análisis; en cambio, si la cantidad de cloruro estanoso era la necesaria, su pequeño exceso provocará un precipitado sedoso de cloruro mercurioso, que se valora con cromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en presencia de 4 gotas de solución sulfonato difenil amina de Sodio (2 gr x lt).

La presencia de una leve coloración azul permanente indicó el término de la valoración.

Gravimetría del Aluminio (Al):

A la parte alícuota correspondiente se agregaron 2 gotas de metil orange y amo-

níaco 1 : 1 hasta un leve cambio del indicador; instante en el cual se adicionaron 2 a 3 ml en exceso que precipitaron hidróxido de fierro y aluminio ($Fe(OH)_3 + Al(OH)_3$). Se hirvió hasta total eliminación de amoníaco filtrándose en conjunto los hidróxidos que se lavaron con agua amoniacal al 3% caliente. Estos hidróxidos se colocaron en crisol de porcelana previamente pesado, introduciéndose en la estufa hasta su total desecación y calcinado. Se pesó el R_2O_3 del cual se descontó el fierro calculado como Fe_2O_3. Esta diferencia constituye Al_2O_3 siempre que no existan otros elementos precipitables con amoníaco.

El resto de la solución —Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Litio (Li)— se destinó a espectrofotometría de absorción atómica, salvo Sodio y Potasio que, por agregarse anteriormente, no se pudo determinar.

Para el caso del cobre se ocupó el método electrolítico.

SELECCION DE LAS MUESTRAS Y SU OBJETIVO CONCRETO

En la elección de muestras prevaleció el criterio de selección de pinturas representativas del mundo cultural al que pertenecen, prefiriéndose las provenientes de los tipos decorativos cerámicos más comunes y repetidos, que, en última instancia, representan los patrones pictóricos aceptados mayoritariamente por el grupo. Es el caso —por ejemplo— de la elección dentro del horizonte Aconcagua Salmón de muestras de pinturas negras provenientes del motivo denominado "trinacrio".

Hubiera sido nuestro interés estudiar un mayor número de muestras, a fin de detectar microvariantes dentro de un mismo tipo de pintura decorativa. Sin embargo, el alto costo del análisis nos llevó a seleccionar sólo 14 muestras. Su descripción se detalla a continuación:

Muestra 1: Pintura roja de un fragmento cerámico del cementerio Molle de Chacayes.

Muestra 2: Pintura roja proveniente de fragmentos con decoración negativa negro-rojo del cementerio Molle de Chacayes.

Muestra 3: Pintura negra negativa proveniente del mismo fragmento anterior.

Muestra 4: Pintura negra extraída del motivo "trinacrio" de un plato quebrado del cementerio de María Pinto (Aconcagua Salmón).

Muestra 5: Pintura negra (decolorada a café) de un aríbalo quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 6: Pintura roja de fragmentos de un plato sin decoración, exhumado del cementerio de María Pinto (Aconcagua Salmón.

Muestra 7: Pintura roja de aribaloide del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 8: Pintura roja de aribaloide quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 9: Engobe rojo de un plato quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 10: Pintura blanca de un fragmento de plato hondo proveniente del cementerio incaico de Nos.

Muestra 11: Pintura blanca de un aribaloide quebrado del cementerio incaico de Quilicura.

Muestra 12: Greda (pasta y antiplástico) de un plato del cementerio de túmulos de María Pinto (Aconcagua Salmón).

Muestra 13: Greda (pasta y antiplástico) de un plato del cementerio de túmulos de Til-Til (Aconcagua Salmón).

Muestra 14: Greda (pasta y antiplástico) de un plato Aconcagua Salmón, exhumado del cementerio incaico de Quilicura.

El principal objeto de esta investigación, es ampliar los conocimientos acerca de las técnicas y procedimientos alfareros emplea-

dos por los pueblos prehispánicos. Con este fin seleccionamos un grupo de problemas arqueológicos, susceptibles de ser verificados por medio del análisis químico en referencia. A continuación se enumeran e indican las muestras que servirán para comprobarlos:

Problema 1: Desde el período alfarero temprano, el ceramista ha recubierto y decorado la superficie de sus tiestos con pinturas de diferentes colores. A fin de conocer las características de estas pinturas y constatar posibles cambios a través del tiempo, se eligió una muestra de pintura roja temprana (M--1) y se la comparó con pinturas rojas posteriores (M--6, M--7 y M--8).

Problema 2: La alfarería temprana de la zona central, especialmente la vinculada al horizonte molle, presenta a menudo una decoración negro-rojo preparada a base de la técnica de pintura negativa. Con el objeto de averiguar si la pintura roja negativa requirió de una preparación especial se analizó la M--2 y se la comparó con la M--1.

Más interesante aún, es verificar la hipótesis en relación a que, las pinturas negra y roja negativa que decoran el ceramio, proceden de una misma pintura base y que a través de cierto procedimiento se logró conferir a cada una de ellas su color definitivo. Para corroborar esta hipótesis se extrajo de un ceramio con esta decoración, muestras de pinturas roja (M--2) y negra (M--3) y se la comparó entre sí.

Problema 3: Siempre ha llamado la atención la excelente calidad y tonalidad intensamente oscura de la pintura negra perteneciente a la variedad monócroma o Bellavista negro sobre naranja de esta zona, a diferencia de algunas pinturas negras de períodos posteriores, de tonalidades grises, que fácilmente decoloran a café. Para determinar las características de estas pinturas en tiempos preincaicos e incaicos y conocer sus diferencias, se analizó la M--4 (María Pinto) y se la comparó con la M--5 (Quilicura).

Problema 4: De comprobarse la suposición anterior, en términos de una mejor preparación de pinturas negras en tiempos preincaicos que en períodos posteriores, es de suponer que las pinturas rojas del mismo período deberían presentar un avance similar. A fin de verificar esta hipótesis se seleccionó una muestra de pintura roja (M--6) del cementerio de María Pinto (tradición Aconcagua Salmón) y se la comparó con pinturas de la misma tonalidad del período incaico (M--7, M--8 y M--9).

Problema 5: Con el objeto de comprobar si dentro de un cementerio, las pinturas de un mismo color presentan similar composición química, por elaborarse de acuerdo a un patrón tecnológico, se analizaron pinturas rojas procedentes de dos aribaloides del cementerio incaico de Quilicura (M--7 y M--8).

Además, se supone que los engobes rojos * presentes en algunos platos de este cementerio, no se diferencian de las pinturas, más que en la forma de su aplicación. Para confirmar esta suposición se comparó la muestra de engobe (M--9) con las pinturas rojas (M--7 y M--8).

Problema 6: Para determinar las semejanzas o diferencias en la preparación de pinturas blancas entre sitios distantes pero pertenecientes a un mismo horizonte cultural, se analizaron las muestras M--10 y M--11 procedentes de los cementerios incaicos de Nos y Quilicura y se las comparó entre sí.

Problema 7: Dentro de la tradición Aconcagua Salmón o Bellavista negro sobre naranja, existe una cerámica de igual consistencia y tonalidad, en sitios a menudo bastante distantes entre sí. Justamente estas características de la greda confirieron el nombre a la tradición. Con el propósito de determinar si todas estas pastas vienen de una misma cantera, se analizaron 3 muestras procedentes de los sitios de María Pinto, Til-Til y Quilicura (M--12, M--13 y M--14).

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis químico cuantitativo de las sustancias colo-

* Se entiende por engobe, una forma de aplicación de la sustancia colorante, consistente en sumergir la pieza en un baño de arcilla.

rantes cerámicas y gredas pertenecientes al horizonte Aconcagua Salmón, se han resumido en el Cuadro 1.

De la observación del Cuadro 1, se desprende que alrededor del 50% de cada muestra corresponde a Sílice (SiO_2). El menor porcentaje (45,42%) lo registró la pintura negra de María Pinto (M–4), mientras que el mayor, la pintura blanca de Quilicura (M–11), con 64,99%. El promedio arrojado fue de 53,53% para las 11 pinturas estudiadas. En el caso de las muestras de gredas, constituyentes de la cerámica Aconcagua Salmón (M–12, M–13 y M–14), lógicamente el promedio fue mucho mayor (64,97%), que entre las pinturas.

La cantidad de óxido de aluminio (Al_2O_3) presente en las muestras es también muy significativo, registrando la pintura roja de María Pinto (M–6), el menor porcentaje con 15,98%, mientras que la negra negativa de Chacayes (M–3) registra el mayor porcentaje con 27,17%. La cantidad promedio de 22,71% de óxido de aluminio presente en las pinturas, es parecido al promedio de 22,46% registrado en las gredas Aconcagua Salmón (M–12, M-13 y M–14).

El contenido del fierro total (Fe_2O_3), varió desde un mínimo de 2,27% en la pintura blanca de Quilicura (M–11), hasta 21,91% para la pintura roja de María Pinto (M–6), con un promedio de 11,69%. Las gredas Aconcagua Salmón presentaron un contenido en óxido férrico bajo, que osciló entre 4,50% (M–12) y 7,01% (M–14), con un promedio de 5,36%. La abundancia de Sílice (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y fierro (Fe_2O_3) en las muestras permiten señalar que las materias colorantes investigadas corresponden a sustancias arcillosas coloreadas ricas en alúmina (Oxido de aluminio). En todos los casos analizados es el fierro el responsable de la coloración de las pinturas, según se presente en estado oxidado (rojo) o reducido (negro). Con arcillas pobres en óxidos, especialmente férricos o ferrosos, se obtienen tonalidades blanquecinas.

El contenido de óxidos de calcio (CaO) y Magnesio (MgO) es bastante uniforme en las muestras. El menor porcentaje de calcio (CaO), lo presentó la pintura blanca de Quilicura (M–11) y greda de Til-Til (M–13) con 0,73%, mientras que el mayor correspondió a la pintura negra de María Pinto (M–4), con 2,16%, y un promedio de 1,23% para las 14 muestras investigadas. El magnesio (MgO), en cambio, presentó su mínimo de 0,64% en las pinturas roja y blanca de Quilicura (M–8 y M–11) y un máximo de 1,60% en la greda de Til-Til (M–13), con un promedio de 1,08%.

El óxido cúprico (CuO) sólo se detectó en cantidades significativas en las pinturas negras de María Pinto (M–4) con 10,06% y de Quilicura (M-5) con 3,91%. Su presencia, permitió reforzar la coloración negra, puesto que adopta dicho color en estado oxidado.

Curiosamente ninguna muestra presentó trazas de óxido de Litio (LiO_2), a pesar que en su búsqueda se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica de gran sensibilidad. Sin embargo, las muestras poseen óxidos de Sodio y Potasio (Na_2O y K_2O), que actúan como elementos fundentes o cohesionantes, pero no pudieron ser analizados, porque en la disgregación de la sílice se utilizó compuestos con estos elementos, que las contaminaron.

Conviene señalar que, salvo los casos de los óxidos de fierro y cobre, el resto (LiO_2, Na_2O, CaO, MgO y Al_2O_3) no afecta la coloración final de la pintura, ya que, frente a un óxido metálico coloreado, adopta tonalidades blancas o incoloras.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Hemos visto que las pinturas o engobes cerámicos prehispánicos eran arcillas coloreadas, donde el fierro es el elemento que proporciona la coloración: oxidado a óxido férrico (Fe_2O_3), genera rojo; reducido a óxido ferroso (Fe_3O_4 y FeO) produce negro y en su ausencia (caolín) da tonalidades blanquecinas. En algunos casos, la coloración gris o negra se ha visto reforzada por la presencia, seguramente casual, de óxido cúprico en la arcilla.

El pigmento, finamente molido, se mantuvo en una suspensión acuosa, aceitosa o grasosa, según el color que se quisiera obtener. En el caso de las tonalidades rojas, el pigmento debió mantenerse en una suspensión acuosa, de manera que, durante la cocción, el fierro se oxidará a óxido férrico. Para obtener colores grises o negros, el pigmento se introdujo en una suspensión aceitosa, grasosa, e incluso cera de abeja, a fin de reducir parte del fierro a óxido ferroso,

CUADRO 1

RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO CUANTITATIVO DE PINTURAS CERAMICAS PREHISPANICAS

Nombre	Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	
	Pesada Inicial (grs.)	0,5037	0,4856	0,2042	0,2365	0,3522	0,5123	0,5025	0,5153	0,4968	0.5144	0,5423	0,4994	0,4997	0,5098	
Sílice (SiO_2)		49,85	48,03	46,83	45,42	58,25	53,01	48,32	57,12	53,66	63,37	64,99	63,49	66,87	67,57	(%)
Oxido de Aluminio (Al_2O_3)		22,27	24,70	27,17	20,93	22,03	15,98	23,10	20,69	22,45	26,00	24,54	23,64	22,70	21,05	(%)
Oxido Férrico (Fe_2O_3)		13,70	11,60	10,15	18,99	7,06	21,91	14,64	10,27	13,53	4,52	2,27	4,50	4,58	7,01	(%)
Oxido de Calcio		0,98	1,49	1,49	2,16	1,46	1,17	1,34	1,01	1,01	0,97	0,73	1,92	0,73	0,87	(%)
Oxido de Magnesio (MgO)		1,15	1,07	1,22	1,59	0,85	1,45	0,75	0,64	1,13	0,73	0,64	1,08	1,60	1,30	(%)
Oxido Cúprico (CuO)		——	——	——	10,06	3,91	——	——	——	——	——	——	——	——	——	(%)
Oxido de Litio (LiO_2)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	(%)
	Total	87,95	86,89	86,86	99,15	93,56	93,52	88,15	89,73	91,78	95,59	93,17	94,63	96,48	97,80	(%)

Error de la medida ± 0,02.

—— No se analizó.

Simbología:
- M— 1. Pintura roja de Chacayes
- M— 2. Pintura roja negativa de Chacayes
- M— 3. Pintura negra negativa de Chacayes
- M— 4. Pintura negra de María Pinto
- M— 5. Pintura negra de Quilicura
- M— 6. Pintura roja de María Pinto
- M— 7. Pintura roja de Quilicura
- M— 8. Pintura roja de Quilicura
- M—10. Pintura blanca de Nos
- M— 9. Engobe rojo de Quilicura
- M—11. Pintura blanca de Quilicura
- M—12. Greda de María Pinto
- M—13. Greda de Til-Til
- M—14. Greda de Quilicura

dado que la materia orgánica, frente a la alta temperatura producida por la cocción, tiende a generar carbón y simultáneamente una serie de gases combustibles que producen una atmósfera reductora, con ausencia de oxígeno. Tal reducción es mayor en la superficie de la pintura y va disminuyendo hacia el interior.

Sin embargo, ésta no es necesariamente la única manera de lograr tal reducción. En el caso de las técnicas alfareras tempranas, en especial las de pintura negativa, bastó con cubrir durante la cochura la superficie a reducir, impidiendo de esta forma la entrada de oxígeno.

Dado que todas las arcillas contienen fierro, es dudoso que necesitaran agregarlo ex profeso. Lo más probable es que hayan seleccionado las canteras más ricas en arcillas coloreadas a través de la observación empírica. Es el caso —por ejemplo— de las pinturas negras del horizonte Aconcagua Salmón, que se destacan por su alto contenido en fierro y cobre.

Esta limitación tecnológica que consiste en el manejo del fierro como único metal, explicaría la escasa variabilidad cromática alcanzada en la preparación de pinturas cerámicas, limitada a los colores negro, rojo y blanco —con sus respectivas variantes— que los arqueólogos han designado como tradiciones mono, bi o tricromas. Es oportuno recordar que en la decoración cerámica no podían utilizar pigmentos de origen animal o vegetal, como en el caso de los textiles o cestería, puesto que al someterse la greda a cocción, la alta temperatura destruía todo vestigio orgánico. Esta regla no es válida para pinturas post-cocción puesto que los ceramistas consideran que "cualquier otra pintura que se emplee, que no sea sometida, junto con la pieza a la acción del fuego, no corresponde rigurosamente hablando a la cerámica propiamente tal" (PAREDES ROJAS, 1975:85).

A fin de obtener otros colores, los indígenas habrían debido conocer las propiedades químicas de algunos óxidos, tales como el óxido de cobalto para el azul; el óxido crómico para el verde y óxido de manganeso o hematita para el violeta.

Respecto de la verificación de problemas concretos podemos afirmar:

Problema 1: La pintura roja de Chacayes, perteneciente al período Molle Avanzado, no se diferencia sustancialmente de las pinturas rojas de períodos posteriores (véase M--1, M--6 y M--7). Frente a María Pinto del período medio, presenta un contenido en fierro bastante menor, lo que implicaría un menor énfasis en la búsqueda o selección de depósitos arcillosos ricos en fierro, motivado quizás por el carácter temporal de su estada en el valle del Maipo (STEHBERG, 1976 c), situación que también podría hacerse extensiva a la pintura incaica roja de Quilicura (M--7 y M--8).

Problema 2: Al no observarse diferencias sustanciales entre la pintura roja de Chacayes (M--1) y la pintura roja negativa del mismo sitio (M--2), podemos suponer que las pinturas sometidas a esta última técnica no requerían de una preparación especial.

Más interesante es constatar que la suspensión arcillosa que sirvió de base para confeccionar la decoración en pintura negativa es la misma para los colores rojo y negro. En el Cuadro 1, se puede observar, que la sumatoria de los óxidos analizados arrojaron 86,89% para la pintura roja (M-2) y 86,86% para la negra (M-3), idénticas si se considera que el margen de error de las mediciones alcanza un 0,02%. Por lo demás, las variaciones entre las cantidades de Sílice (SiO_2) y Aluminio (Al_2O_3) entre una y otra muestra son sólo aparentes, ya que la cantidad de 11,60% de óxido férrico (M--2), se redujo a 10,15% en la pintura negra (M-3), lo que implicó un cambio en los porcentajes en peso relativo del aluminio y sílice. Lo interesante es que los ceramistas del pueblo molle de Chacayes lograron esta reducción del fierro por medio del uso de la técnica temprana de pintura negativa, consistente en el recubrimiento mediante una sustancia desechable * de la superficie a decorar.

(*) RAFAEL PAREDES, Jefe del Taller artesanal de Artes y Letras de la Universidad de Chile, La Serena, que ha experimentado en técnicas cerámicas parecidas, manifestó (comunicación personal, 1976) que se puede obtener buenos resultados utilizando como elemento recubridor, caolines o arcillas purificadas de punto de fusión mayor que la temperatura de cocción de la cerámica y pintura, de manera que al enfriarse se desprende con facilidad.

Posiblemente aún no estaba en su conocimiento la técnica de la suspensión del pigmento en un vehículo aceitoso o grasoso que arrojaría un resultado parecido.

Problema 3: La pintura negra de María Pinto (M--4) es verdaderamente excepcional, puesto que reúne la doble cualidad de ser rica en fierro (18,99%) y en óxido cúprico (10,06%), de tal modo que la coloración negra, producto de la reducción de parte del fierro a óxido ferroso, se reforzó por la presencia de óxido cúprico de igual tonalidad, generándose una pintura negra homogénea y concentrada de excelente calidad. En este sentido creemos poco probable que hayan conocido estos óxidos en forma aislada y lo hayan agregado a la suspensión arcillosa. Sin duda, un largo período de observación empírica, transmitida durante varias generaciones, los llevó a seleccionar depósitos arcillosos de estas características.

La pintura negra incaica de Quilicura, en cambio, es más pobre en estos óxidos. La reducción de fierro a óxido ferroso fue sólo parcial, de manera que sólo la superficie externa de la capa de pintura es gris o negra, mientras que las capas más interiores, van adquiriendo tonalidades cada vez más rojizas. Con el tiempo estas pinturas tienden, por oxidación parcial, a adquirir tonalidades café o grises. Probablemente la corta ocupación incaica de la zona, les impidió seleccionar arcillas colorantes de mejor calidad.

En los períodos medio y tardío, se abandona la técnica temprana de pintura negativa para la obtención de tonalidades grises u obscuras, prefiriéndose suspender el pigmento en una sustancia aceitosa, grasosa o de cera; suspensión tal que durante la cocción genere carbón y —por consiguiente— una serie de gases combustibles que producirán una atmósfera propicia a la reducción de los óxidos férricos presentes. Esta última técnica, de gran simplicidad y fácil aplicación, tiene la ventaja, por sobre la anterior, de permitir un decorado más definido y regular. Incluso la gradación gris-negro se puede controlar de acuerdo al tipo de vehículo utilizado. Por su alto contenido de materia orgánica, la cera de abeja produciría una máxima reducción.

Problema 4: La pintura roja de María Pinto, M–6 (Aconcagua Salmón), presenta el mayor porcentaje de fierro de todas las muestras investigadas y a diferencia de la pintura negra del mismo sitio; ausencia de óxido cúprico. Estas características vienen a confirmar lo que hemos postulado para este horizonte, en el sentido que un largo desarrollo cultural regional los llevó a seleccionar excelentes arcillas coloreadas. La observación empírica les sugirió utilizar arcillas ricas en fierro para la obtención del rojo y abundantes en fierro y cobre para las tonalidades negras. Así, las canteras de donde estas arcillas eran extraídas fueron elegidas de acuerdo con el color que se quisiera obtener, lo que implica cierto grado de especialización, más propia de grupos artesanos alfareros.

Problema 5: Las pinturas y engobes rojos del cementerio incaico de Quilicura (M–7, M–8 y M--9) presentan un contenido en fierro normal, que oscila entre 10,27 y 14,64% en las pinturas y 13,53% para el engobe, lo que descarta posibles diferencias en la preparación previa de una u otra. Estos porcentajes en fierro son notoriamente inferiores a los obtenidos en el análisis de las pinturas rojas Aconcagua Salmón (M-6), lo que está indicando un menor énfasis en la selección de las canteras, motivada quizás por su corta ocupación de la región.

Problema 6: Las pinturas blancas (M--10 y M--11) confirman lo que ya habíamos adelantado, en el sentido que corresponden a arcillas pobres en fierro, seguramente caolines (silicatos de alúmina hidratados). Las variaciones químicas registradas entre las pinturas de uno y otro sitio permiten señalar que no provienen de la misma cantera.

Problema 7: Los resultados obtenidos en el análisis de gredas pertenecientes al horizonte Aconcagua Salmón (M--12, M--13, y M--14), a pesar de provenir de sitios bastante distantes entre sí, presentan un escaso margen de variación en su composición química, lo que permite postular que siempre se las extrajo de una misma cantera y que a través de un similar patrón tecnológico de cochura se logró conferirle su característica coloración anaranjada. Esta cantera habría permanecido en explotación hasta tiempos

incaicos, puesto que comúnmente se las encuentra asociadas. Tal es el caso de la muestra 14 consistente en cerámica Aconcagua Salmón, proveniente del cementerio incaico de Quilicura. Las pequeñas variaciones en la composición química de estas gredas resultarían de las diferentes concentraciones existentes en la cantera. De cualquier manera, creemos que para la elaboración de esta cerámica fue necesario el uso de un mismo patrón tecnológico, que —sumado a la alta selectividad en la elección de sus canteras— nos conduce a pensar en la existencia de grupos de artesanos especializados en la elaboración de estos tiestos cerámicos.

CONCLUSIONES

El análisis químico de pinturas alfareras prehispánicas, constituye una eficaz herramienta de investigación ceramológica, que gracias a su precisión y exactitud, permite un importante avance en el conocimiento de las técnicas pictóricas de pueblos ya desaparecidos.

La selección de 11 muestras de pinturas cerámicas pertenecientes a tres momentos alfareros diferentes de la zona central chilena, permitió comprobar que corresponden a arcillas coloreadas, donde el óxido de fierro es el elemento que proporciona la coloración. Su exclusivo manejo explicó la escasa variabilidad cromática (negro, rojo, blanco)) alcanzada por la alfarería indígena, a diferencia de otras artesanías (textiles, cestería), donde el uso de pigmentos de origen animal o vegetal, amplió considerablemente la gama de colores. Se explicó oportunamente que la cocción de la greda a alta temperatura produce la pirólisis del pigmento orgánico. Se dedujo además, que la preparación de pinturas exigió de distintas técnicas según fuera el color que se quisiera obtener. Así los tonos rojos se lograron introduciendo el pigmento en una suspensión acuosa de manera que durante la cocción se generase óxido férrico. Los matices grises o negros, se obtuvieron recubriendo con una sustancia desechable, la superficie a decorar, durante todo el tiempo que duró la cocción (técnica temprana de pintura negativa), o bien, se suspendió el pigmento en un líquido graso o aceitoso, que produjo durante la cochura un ambiente reductor propicio a la formación de óxidos ferrosos (técnicas más tardías). En la obtención de pinturas blancas, se recurrió al caolín, arcilla pobre en óxidos, especialmente de fierro.

Por otra parte, la solución de 7 problemas arqueológicos concretos amplió considerablemente el campo de aplicación de este tipo de análisis. Permitió detectar cambios en la elaboración de pinturas a través del tiempo, e identificó a los pueblos que alcanzaron un mayor desarrollo ceramológico. Es así como, para la zona central, la cultura Aconcagua Salmón produjo las gredas y pinturas de mejor calidad, gracias a una selección rigurosa de sus canteras y depósitos de materias primas.

El análisis químico, surge así, como un método auxiliar de la ceramología y arqueología, posibilitando con su exactitud, la ampliación de nuestros conocimientos tecnológicos prehispánicos.

AGRADECIMIENTOS

Comprometen mi gratitud los siguientes investigadores:

Dra. Grete Mostny G., Conservador del Museo Nacional de Historia Natural.

Sra. Eliana Durán, Investigador-Jefe Sección Antropología del mismo museo.

Sr. Salvador Imperatore, Ingeniero Civil Químico de Sorena.

Ing. Sergio Albizú, Jefe de Investigación del Departamento Físico-Químico del IDIC.

Ing. Hans Niemeyer, profesor de Arqueología. Universidad de Chile.

Sra. Gloria Liberman, alumna avanzada Pedagogía Historia y Geografía.

En forma muy especial quiero agradecer a mi profesor y amigo Héctor Claudet, Jefe Laboratorio Químico de Sorena y Profesor (J) de Química Analítica Cuantitativa y Análisis Instrumental, U. T.E. Santiago; quien tuvo a su cargo el análisis químico de las muestras y parte de su interpretación. Aunque su modestia lo llevó a borrarse como coautor de este trabajo, en gran parte le pertenece.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez de la Cadena, Laura y otros

1967 Análisis químico de cerámicas arqueológicas. Ins. de Antrop. e Historia. Tecnología *1:* 5-35, México.

Cortalezzi, C.

1976 Informe sobre el estudio petrográfico de muestras de San Pedro de Atacama. Univ. del Norte, Estudios Atacameños *4:* 65-66, San Pedro de Atacama, Chile.

DURÁN S., ELIANA

1976 Antecedentes geográficos e históricos de Quilicura. Mus. Nac. Hist. Nat. Not. Mensual *234:* 3-5, Santiago, Chile.

MOSTNY G., GRETE

1971 Prehistoria de Chile. Colección Imagen de Chile. Edit. Universitaria. Santiago, Chile. 184 págs.

PAREDES R., R.

1975 Técnica y apreciación de la cerámica. Depto. de Artes y Letras de la Univ. de Chile. La Serena. Chile. 113 págs.

STEHBERG L., R.

1976a La fortaleza de Chena y su relación con la ocupación incaica de Chile Central. Mus. Nac. Hist. Nat. Public. Ocasional *23:* 3-37. Santiago, Chile.

1976b Notas arqueológicas del cementerio incaico de Quilicura, Santiago. Chile. Mus. Nac. Hist. Nat. Not. Mensual *234:* 5-13. Santiago, Chile.

1976c El cementerio alfarero temprano de Chacayes. Interior del Cajón del Maipo, Chile. Mus. Hist. Nat. Actas del IV Congreso Nac. de Arqueología Argentina, San Rafael, Argentina. (En Prensa).

1977 Primeros fechados RC-14 de los pueblos portadores de cerámica de Chile Central. Revista Chilena de Antropología 1. Univ. de Chile. Santiago. (En prensa).